Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2023, Том 15, № 5 / 2023, Vol. 15, Iss. 5 https://esj.today/issue-5-2023.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/14SAVN523.pdf

1.6.21. Геоэкология (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Левкович, Т. И. Исследование воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду / Т. И. Левкович, И. А. Ласман, Н. И. Токар, З. А. Мевлидинов, Ф. Н. Левкович, А. А. Харлова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 5. — URL: https://esj.today/PDF/14SAVN523.pdf

For citation:
Levkovich T.I., Lasman I.A., Tokar N.I., Mevlidinov Z.A., Levkovich F.N., Harlowa A.A. Study of the impact of rail transport on the environment. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(5): 14SAVN523. Available at: https://esj.today/PDF/14SAVN523.pdf. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 614.38; 621.318

ГРНТИ 73.29.11

Левкович Татьяна Ивановна
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: tilevkovich@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8372-8114

Ласман Ирина Александровна
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: i.Lasman@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2865-7496

Токар Николай Иванович
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: nikolay_tokar@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8263-6111

Мевлидинов Зелгедин Алаудинович
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: zelgedinm@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7071-8339

Левкович Федор Николаевич
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Инженер
Кандидат технических наук
E-mail: f8000@mail.ru

Харлова Анастасия Александровна
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
E-mail: harlowa.anastasia@yandex.ru

Исследование воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду

Аннотация. Существующее в настоящее время человечество живет в природной среде нашей планеты Земля и использует для своей жизни различные виды природных ресурсов.

На природную среду в последнее время влияет усиление человеческого техногенного воздействия, возникли экологические проблемы.

Одной из проблем являются электромагнитные поля, возникающие при использовании человеком различных инструментов, машин и механизмов, работающих на электрическом токе.

Для характеристики электромагнитной обстановки необходимо знать условия возникновения таких полей. Их степень воздействия на психофизическое состояние человека и на весь животный и растительный мир нашей планеты. Электромагнитное поле является особой формой материи.

Основными источниками электромагнитного излучения, с которыми постоянно сталкивается человек в обычной жизни являются: электротранспорт, линии электропередач, электропроводка, бытовые электроприборы, сотовая связь, радары, персональные компьютеры и т. д.

Авторы данной статьи, заинтересованные вопросом об электромагнитных полях, постоянно нас окружающих, решили узнать насколько вредно и вредно ли воздействие электромагнитных полей при проезде человека в электротранспорте, влияют ли эти электромагнитные поля на здоровье человека. Для решения этой задачи авторами статьи было решение обследовать ряд автосцепок железнодорожных вагонов, как наиболее доступных деталей электротранспорта. Параллельно для этих деталей, определялась прочность и твердость металла, из которого они были изготовлены. Второй задачей исследований было определение зависимости между прочностью (твердостью) деталей и их остаточной намагниченностью.

Авторами статьи были обследованы грузовые и пассажирские вагоны. При обследовании вагонов была измерена твердость и остаточная намагниченность на следующих деталях: корпусах вагонов, внутри вагонов, на автосцепках между вагонами и т. д. Обследованию подвергли сотни деталей автосцепок в Брянском вагонном депо.

Остаточная намагниченность автосцепок грузовых примерно в 4 раза превышает естественную остаточную намагниченность магнитного поля Земли.

Поэтому можно сделать вывод, что такая остаточная намагниченность негативно может сказаться на состоянии здоровья человека.

Также было получено, что коэффициент изменения твердости отражает изменение прочностных характеристик материала с годами эксплуатации. Коэффициент изменения остаточной намагниченности этого изменения не отражает.

Ключевые слова: природная среда; природные ресурсы; электромагнитное поле; воздействие; железнодорожный электротранспорт; остаточная намагниченность; состояние здоровья человека; твердость; прочность

Введение

Существующее в настоящее время человечество живет в природной среде нашей планеты Земля и использует для своей жизни различные виды природных ресурсов.

Природа нашей планеты Земля разнообразна и удивительна. Многие явления, происходящие в природе нашей планеты до сих пор интересны для изучения. В то же время окружающая человека природа является целостной системой, обладающей множеством сбалансированных связей. При нарушении этих связей, устанавливающихся на продолжении миллионов лет ее существования (нашей планете Земля по подсчетам ученых около 4,5 млрд лет), происходит изменение круговоротов веществ и энергии, установившихся в природе. Человечество постоянно проявляет свою производственную деятельность, иногда не считаясь с природой.

При производственной деятельности человечество использует в основном природные ресурсы планеты Земля (воду, воздух, нефть, природный газ, уголь, разнообразные виды металлов и т. д.).

На природную среду в последнее время влияет усиление человеческого техногенного воздействия, возникли экологические проблемы.

Одной из проблем являются электромагнитные поля, возникающие при использовании человеком различных инструментов, машин и механизмов, работающих на электрическом токе [1–7].[1]

Для характеристики электромагнитной обстановки необходимо знать условия возникновения таких полей. Их степень воздействия на психофизическое состояние человека и на весь животный и растительный мир нашей планеты.

Методы

Электромагнитное поле является особой формой материи. С помощью электромагнитного поля происходят взаимодействия между одноименно или разноименно заряженными электричеством частицами.

Известно, что при изменении электрического поля возникает магнитное поле и наоборот. Эти поля постоянно изменяются, возбуждая друг друга.

Если заряженные частицы неподвижны или движутся равномерно, тогда электромагнитное поле окружает их, оно связано с ними. При вихревых потоках таких частиц появляются электромагнитные волны (например, «протуберанцы» — всплески активной энергии Солнца). Такие электромагнитные волны, отрываясь от источника, не исчезают при устранении источника. Они достигают Земли и воздействуют на человека и окружающую его природу.

К основной характеристике электромагнитных волн относят длину волны (λ). Измерения характеристик электромагнитного излучения (ЭМИ) производят раздельно, исходя из двух видов переменных полей: электрического поля (E) и магнитного поля (H). Для формирования электромагнитной волны служит поле в зоне индукции. Оно ответственно за излучение [8].

На частотах выше 300 МГц в России измеряют плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ). Плотность потока электромагнитной энергии — это количество энергии, которую переносит электромагнитная волна в единицу времени через единицу поверхности. Поверхность должна быть перпендикулярна направлению движения волны [8].

[1] Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофименко Ю.В. и др. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учебное пособие для вузов. — М.: ИНФРА-М, 1998. — 408 с.

Основными источниками электромагнитного излучения, с которыми постоянно сталкивается человек в обычной жизни являются: электротранспорт (электропоезда, трамваи, троллейбусы, электромобили); линии электропередач высокого и низкого напряжения (особенно опасны для человека линии высокого напряжения); электропроводка (внутри зданий, телекоммуникации и т. д.); бытовые электроприборы (телевизоры, стиральные машины, швейные машинки, электрочайники и т. д.); теле- и радиостанции (транслирующие антенны); спутниковая и сотовая связь (транслирующие антенны); радары; персональные компьютеры.

Авторы данной статьи, заинтересованные вопросом об электромагнитных полях, постоянно нас окружающих, решили узнать насколько вредно и вредно ли воздействие электромагнитных полей при проезде человека в электротранспорте, влияют ли эти электромагнитные поля на здоровье человека.

Для решения этой задачи авторами статьи было решение обследовать ряд автосцепок железнодорожных вагонов, как наиболее доступных деталей электротранспорта. Параллельно для этих деталей, определялась прочность и твердость металла, из которого они были изготовлены.

Второй задачей исследований было определение зависимости между прочностью (твердостью) деталей и их остаточной намагниченностью [5–8].

Было интересно узнать, существует ли такая зависимость между прочностью (твердостью) материала (стали) и магнитным полем, в котором работают детали, так как электротранспорт относится к мощным источникам магнитного поля. Диапазон их частоты измеряется от 0 до 1 000 Гц.

В пригородных «электричках» поток магнитной индукции (В) достигает 75 мкТл при среднем значении 20 мкТл. Среднее значение магнитной индукции (В) на транспорте с электроприводом постоянного тока зафиксировано на уровне 29 мкТл [5–8].

Исследованиям электромагнитных полей в СССР и России были посвящены многие годы. Исследования, которые были начаты еще в 60-е годы прошлого столетия, ведутся до сих пор. Исследования проводились учеными физики и медицины.

В последнее время накоплен большой исследовательский и клинический материал. Он отражает негативное воздействие магнитных и электромагнитных полей на человека.

Эти исследования привели к тому, что были разработаны жесткие нормативные документы в России по предельно допустимому уровню (ПДУ) плотности потока электромагнитной энергии.

Они отличались от американских и европейских в несколько тысяч раз (например, в России ПДУ для профессионалов 0,01 мВт/см^2; в США — 10 мВт/см^2 [5–10].

Несмотря на то, что магнитное поле во всем мире сейчас считается наиболее опасным для здоровья человека, предельно допустимая величина магнитного поля для населения в России пока не нормируется.

Электромагнитные поля в «строго определенных дозах» широко используются в современной медицине (например, токи Бернара и т. д.). Роль электромагнитных полей (ЭМП) в лечении самых разнообразных заболеваний с каждым годом возрастает и приобретает все большее значение в условиях намечающейся интеграции в медицине.

Результаты

Авторами статьи были обследованы грузовые и пассажирские вагоны. При обследовании вагонов была измерена твердость и остаточная намагниченность на следующих деталях: корпусах вагонов, внутри вагонов, на автосцепках между вагонами и т. д. Обследованию подвергли сотни деталей автосцепок в Брянском вагонном депо.

Для измерения остаточной намагниченности был использован индикатор механических напряжений магнитометрический — ИМНМ-1Ф. Он представляет собой специализированный феррозондовый магнитометр.

Индикатор предназначен для измерения напряженности магнитного поля на поверхности и над поверхностью изделий (из ферромагнитного материала — стали) и перевода ее в величину остаточной намагниченности.

Остаточная намагниченность (J) является одним из наиболее характеризуемых магнитомеханических свойств. Она соответствует значению намагниченности, получаемому при напряженности магнитного поля, равной нулю.

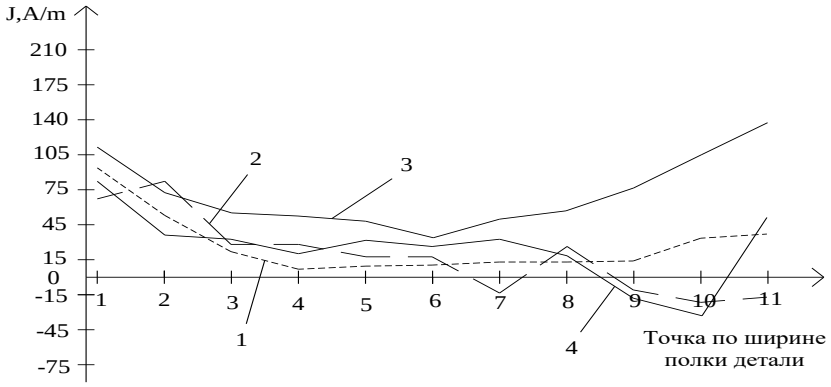
По специальной методике оценивали напряженно-деформированное состояние изделия, исходя из величины твердости и величины, и характера изменения вектора остаточной намагниченности (знаки «плюс» и «минус»). Индикатором можно также выявить поверхностные и подповерхностные дефекты в изделиях из стали.

Прибор можно использовать для проведения неразрушающими методами контроля за состоянием металлических труб, других изделий из металла любого профиля (уголок, швеллер, рельс и т. д.). Желательно, чтобы эти изделия не были подвержены воздействию электромагнитного поля при их эксплуатации.

Правильность показаний индикатора авторы статьи проверяли по реакции на магнитное поле Земли там, где нет линий электропередач и других магнитных полей.

Чтобы измерить остаточную намагниченность на поверхности детали, датчик индикатора устанавливали на объект, перпендикулярно к его поверхности. Затем при измерении остаточных напряжений его со скоростью не более 0,1 м/с передвигали от точки к точке замера, снимали показания с дисплея индикатора и заносили их в ведомость.

Обработка полученных данных показала, что кривые распределения остаточной намагниченности по ширине полки автосцепки (рис. 1) имеют определенный характер, зависящий от вида вагона (пассажирский вагон, грузовой вагон, цистерна и т. д.).



1 — вагон грузовой; 2 — битумная цистерна; 3 — грузовая платформа; 4 — вагон пассажирский

Рисунок 1. *Изменение остаточной намагниченности, измеряемой по ширине полки автосцепки (разработан авторами)*

Анализируя полученные данные по остаточной намагниченности, можно сделать вывод, что самой высокой намагниченностью обладают автосцепки грузовых платформ. У остальных вагонов она примерно на одинаковом уровне.

Остаточная намагниченность автосцепок грузовых вагонов измерялась от «плюс» 160 до «минус» 160 А/м. Она примерно в 4 раза превышала естественную остаточную намагниченность магнитного поля Земли.

Для других видов вагонов это превышение составляло 2…3 раза. Поэтому можно сделать вывод, что такая остаточная намагниченность негативно может сказаться на состоянии здоровья человека.

Был рассчитан коэффициент изменения остаточной намагниченности $k_{изм}$ в зависимости от срока службы материала (рис. 2) для деталей из стали 20ГТЛ в точках 3, 6 и 9 (см. точки на рис. 1).

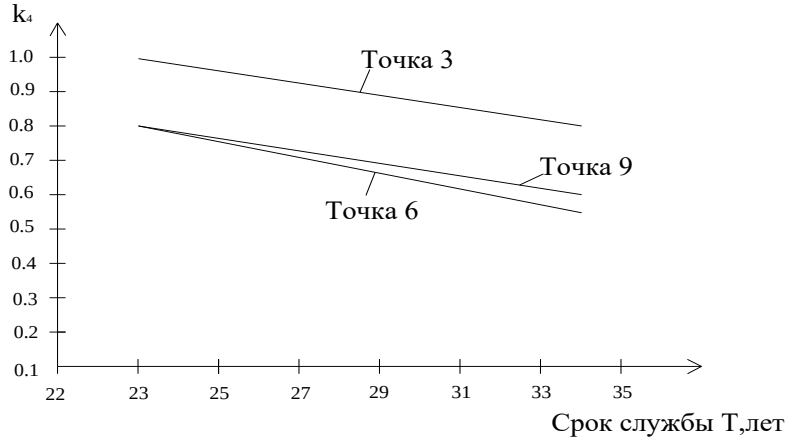


Рисунок 2. *Зависимости коэффициента изменения остаточной намагниченности $k_и$ от срока службы материала для деталей (автосцепок) из стали 20ГТЛ в точках 3, 6 и 9 (разработан авторами)*

Коэффициент изменения остаточной намагниченности $k_{изм}$ в зависимости от срока службы материала определяли по формуле:

$$k_и = J_{повр.}/J_{нового}, \quad (1)$$

где $J_{повр.}$ — остаточная намагниченность поврежденного (старого) материала; $J_{нового}$ — остаточная намагниченность нового (исходного) материала.

Для определения твердости (НВ) были использованы: прибор Польди, увеличительная лупа (оптическая) для измерения диаметра отпечатка шарика с увеличением $24^к$ и ценой деления 0,05 мм. Также использовался набор эталонных брусков из стали 20ГТЛ.

Был рассчитан коэффициент изменения твердости k1 материала деталей автосцепок. Его определяли по формуле:

$$k_1 = HB_{ст}/HB_{исх}, \quad (2)$$

где $HB_{ст}$ — твердость поврежденного (старого) материала детали. отслужившего от момента изготовления до момента обследования; $HB_{исх}$ — твердость материала нового (исходного) материала из которого изготовлена деталь.

Статистическое распределение твердости стали 20ГТЛ (закалка с отпуском) в точках 1,2 и 3 автосцепки показана на рисунке 3.

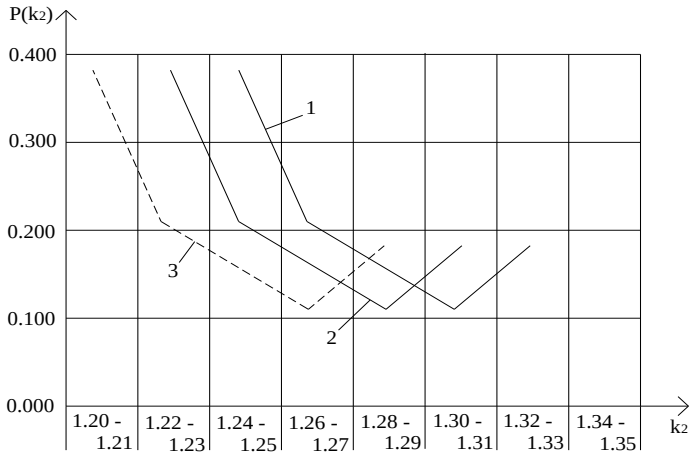


Рисунок 3. *Статистическое распределение твердости стали 20ГТЛ (закалка с отпуском) в точках 1, 2 и 3 (разработан авторами)*

Оказалось, что коэффициент изменения твердости k1 материала отражает изменение прочностных характеристик материала с годами эксплуатации. Коэффициент изменения остаточной намагниченности ki этого изменения не отражает. Это говорит о том, что методику обследования и обработки результатов по определению остаточной намагниченности деталей (автосцепок) надо отрабатывать. Это сложный и новый вопрос, подлежащий дальнейшему изучению.

В настоящее время в местах непосредственного пребывания человека в качестве защитных мер используют различные виды экранов. Они защищают человека от проникания электромагнитных полей.

Электромагнитные излучения могут проникать в помещения через перегородки, окна и двери. Их тоже надо экранировать.

Для этих целей используют металлизированное стекло. Оно обладает экранирующими свойствами. Экранирующее свойство стеклу в этом случае придает тонкая прозрачная пленка. В качестве пленки можно использовать окислы металлов (олова), металлы (медь, никель, серебро) и их сочетания.

Например, пленка, нанесенная на одну сторону поверхности стекла окна, ослабляет интенсивность излучения на 30 дБ (уменьшится в 1 000 раз). При нанесении пленки на обе стороны стекла окна ослабление интенсивности излучения достигнет уже 40 дБ (уменьшится в 10 000 раз).

При строительстве зданий и сооружения для защиты населения от воздействия электромагнитных излучений в строительных конструкциях в качестве защитных экранов могут применяться: металлическая сетка, металлический лист или любое другое проводящее покрытие, в том числе и специально разработанные строительные материалы.

В последние годы в качестве экранирующих материалов стали использовать металлизированные ткани. Их основой служат синтетические волокна. Такие экранирующие текстильные материалы обладают небольшой толщиной. Они легки, обладают гибкостью. Их можно совмещать с другими материалами (тканями, кожей, пленками) [7–10].[2]

[2] Закиев, Е.Э. Опасные электромагнитные поля на подвижном составе и в локомотивных депо электрифицированных железных дорог. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Е.Э. Закиев. — М., 2007: [Электронный ресурс] Режим доступа: https://new-disser.ru/_avtoreferats/01003317192.pdf (дата обращения: 15.07.2023).

Заключение

На основании изложенного выше материала можно сделать вывод, что к основным путям снижения ущерба здоровью человека от проезда в электротранспорте и от движущегося мимо человека электротранспорта, можно отнести:

- оптимизацию движения городского электротранспорта и железнодорожного транспорта;
- разработку альтернативных источников энергоснабжения.

Анализируя полученные данные по остаточной намагниченности можно сделать вывод, что самой высокой намагниченностью обладают автосцепки грузовых платформ. У остальных вагонов она примерно на одинаковом уровне

Остаточная намагниченность автосцепок грузовых вагонов находится в пределах от «плюс» 160 до «минус» 160 А/м. Что примерно в 4 раза превышает естественную остаточную намагниченность магнитного поля Земли.

Для других видов вагонов это превышение составляло в 2–3 раза. Поэтому можно сделать вывод, что такая остаточная намагниченность негативно может сказаться на состоянии здоровья человека.

Также было получено, что коэффициент изменения твердости отражает изменение прочностных характеристик материала с годами эксплуатации. Коэффициент изменения остаточной намагниченности этого изменения не отражает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амбарцумян В.В., Носов В.Б., Тагасов В.И. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. — М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 1999. — 211 с.
2. Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. — М.: Транспорт, 1986. — 176 с.
3. Куров Б.М. Как уменьшить загрязнение окружающей среды автотранспортом? // Россия в окружающем мире. — Аналитический ежегодник. 2000. — 142 с.
4. Левкович Т.И., Воробьев В.С., Лосев А.В., Лещенко А.А. Влияние дорожных условий на загрязнение окружающей среды автомобильным транспортом. / Инновации в строительстве — 2020: материалы междунар. научн.-практич. конф. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 467–470.
5. Левкович Т.И., Левкович Г.Н., Дубов А.А. Об оценке изменения состояния материала натурных деталей с большим сроком службы по остаточной намагниченности. / Проблемы строительного и дорожного комплексов: труды междунар.науч.-технич. конф. — Брянск: БГИТА, 1998. — 568 с. — С. 383–386: ил., табл.; 22 см.; ISBN 5-230-02548-4.
6. Левкович Т.И., Левкович Г.Н., Левкович Ф.Н. Результаты обследования остаточной намагниченности деталей из стали. / Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: Матер. регион. науч.-тех. конф., 16–18 мая 2001. Том 1. — Брянск: БГИТА, 2001. — С. 83–88.

7. Ли В.Р., Ждан А.Б. Влияние электромагнитных полей на человека и мероприятия по защите от электромагнитного излучения. / Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры: Материалы Международной студенческой научно — практической конференции / Н. Новгород. — 2023 г. — 376 с. — С. 88–93.

8. Левкович, Т.И., Левкович Ф.Н., Левкович Г.Н., Чигиринов А.А. Электромагнитные излучения и защита от них в автомобильном и железнодорожном транспорте. / Новые материалы и технологии в машиностроении: Сборник научных трудов по итогам научно-технической конференции. Выпуск 11. / Под общ. ред. Е.А. Панфилова — Брянск: БГИТА, 2010. — 183 с. — С. 73–78.

9. Лобачева А.Е., Лаухин Ф.М. Повышение энергоэффективности и безопасности городского электрического транспорта за счет использования бортовых накопителей энергии. / Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции / Н. Новгород. — 2023 г. — 376 с. — С. 247–250.

10. Бурлака, Н.И. Влияние электромагнитного излучения на функциональное состояние организма машинистов / Н.И. Бурлака // Новые задачи современной медицины: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2014 г.) — Санкт-Петербург Заневская площадь, 2014: [Электронный ресурс] Режим доступа: https://moluch.ru/conf/med/archive/153/6754/ (дата обращения: 02.04.2023).

Levkovich Tatiana Ivanovna
Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: tilevkovich@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8372-8114

Lasman Irina Aleksandrovna
Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: i.Lasman@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2865-7496

Tokar Nikolai Ivanovich
Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: nikolay_tokar@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8263-6111

Mevlidinov Zelgedin Alaudinovich
Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: zelgedinm@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7071-8339

Levkovich Fedor Nikolaevich
Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: f8000@mail.ru

Harlowa Anastasia Aleksandrovna
Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: harlowa.anastasia@yandex.ru

Study of the impact of rail transport on the environment

Abstract. The currently existing humanity lives in the natural environment of our planet Earth and uses various types of natural resources for its life.

The natural environment has recently been affected by the strengthening of human technogenic impact, environmental problems have arisen.

One of the problems is the electromagnetic fields that arise when a person uses various tools, machines and mechanisms powered by electric current.

To characterize the electromagnetic environment, it is necessary to know the conditions for the occurrence of such fields. Their degree of impact on the psychophysical state of a person and on the entire animal and plant world of our planet. The electromagnetic field is a special form of matter.

The main sources of electromagnetic radiation that a person constantly encounters in everyday life are: electric vehicles, power lines, electrical wiring, household electrical appliances, cellular communications, radars, personal computers, etc.

The authors of this article, interested in the question of electromagnetic fields that constantly surround us, decided to find out how harmful and harmful is the impact of electromagnetic fields when a person is traveling in electric transport, whether these electromagnetic fields affect human health. To solve this problem, the authors of the article decided to examine a number of automatic couplings of railway cars as the most accessible parts of electric transport. In parallel, for these parts, the strength and hardness of the metal from which they were made were determined. The second task of the research was to determine the relationship between the strength (hardness) of the parts and their residual magnetization.

The authors of the article examined freight and passenger cars. During the examination of the wagons, the hardness and residual magnetization were measured on the following parts: the bodies of the wagons, inside the wagons, on the auto couplings between the wagons, etc. Hundreds of parts of auto couplings in the Bryansk wagon depot were examined.

The residual magnetization of cargo auto couplings is approximately 4 times higher than the natural residual magnetization of the Earth's magnetic field.

Therefore, it can be concluded that such residual magnetization can negatively affect human health.

It was also found that the coefficient of change in hardness reflects the change in the strength characteristics of the material over the years of operation. The coefficient of change in the residual magnetization does not reflect this change.

Keywords: natural environment; natural resources; electromagnetic field; impact; railway electric transport; residual magnetization; human health; hardness; strength